Agriculture
Canada

Publication 1716

MALADIES DE L'OIGNON AU CANADA

102-06655/

MALADIES DE L'OIGNON AU CANADA

René Crête
Station de recherches
Agriculture Canada
Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec)

Léon Tartier et Alain Devaux
Station de recherches agricoles
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Saint-Hyacinthe (Québec)

Contribution nº J.703 de la station de recherches, Direction de la recherche, Agriculture Canada, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec).
Contribution nº 268, Direction générale de la recherche et de l'enseignement, M.A.P.A.Q.

PUBLICATION 1716F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1981
Nº de cat. A43–1716/1981F ISBN: 0-662-90905-4
Impression 1981 Réimpression 1984 2M–7:84

Also available in English.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION/6

CAUSES DES MALADIES/6

Champignons/6
Bactéries/7
Nématodes/7
Mycoplasmes et virus/7
Conditions du milieu défavorables/7

MOYENS DE LUTTE GÉNÉRAUX/8

Mesures phytosanitaires/8
Rotation des cultures/8
Traitements fongicides de la semence et de la végétation/9
Destruction des nématodes par fumigation/9
Emploi de cultivars résistants/10

MALADIES FONGIQUES/10

Tache pourpre/10
Pourriture du col et moisissure grise/11
Brûlure de la feuille/12
Anthracnose/12
Pourriture basale fusarienne/13
Mildiou/14
Racine rose/15
Pourriture blanche/15
Charbon/16

MALADIES BACTÉRIENNES/17

Pourriture molle/17
Pourritures bactériennes/18

MALADIES NÉMATIQUES/18
Nodosité des racines/18
Enflure/19

MALADIE VIRALE/20
Nanisme jaune/20

MALADIE À MYCOPLASME/21
Jaunisse/21

MALADIES PHYSIOGÉNIQUES ET AUTRES CAUSES/22
Insolation/22
Tuniques translucides/22
Dommages causés par le vent et la pluie/23
Dommages causés par l'ozone/23
Dommages causés par les herbicides/24
Dommages causés par les thrips/25

REMERCIEMENTS/25

INTRODUCTION

La culture de l'oignon est une production maraîchère importante au Canada. Quelque 3700 ha sont affectés annuellement à cette culture et les rendements moyens sont de l'ordre de 25 t/ha. La majeure partie de cette production est écoulée sur le marché frais et le reste est acheminé vers les usines de transformation. Le Canada ne suffit pas à ses besoins en oignons puisqu'il en importe, surtout des États-Unis, de 4 à 5 fois plus qu'il n'en exporte.

La culture de l'oignon convient à un climat frais. Elle s'adapte facilement aux régions où la saison de végétation est longue et fraîche. La semence germe à partir de 8°C, cependant un sol froid et humide retarde la germination et la croissance ce qui favorise les pourritures de la semence et les maladies du semis.

Une terre profonde, meuble, fertile et qui retient bien l'humidité est nécessaire au développement de l'oignon. Les sols organiques bien décomposés et suffisamment drainés lui conviennent tout particulièrement. Au Canada, environ de 80 à 90% des oignons sont cultivés en sol organique. L'Ontario et le Québec sont les deux provinces productrices les plus importantes.

Les feuilles d'oignon se développent rapidement lorsque les jours sont courts et frais au début de la saison de végétation. Son bulbe se forme sous une photopériode de 12 à 16 h selon les cultivars. Ainsi le rendement est en fonction du nombre de feuilles présentes lors de la formation du bulbe ainsi que de l'épaississement de la base de celles-ci.

L'obtention d'une récolte abondante et saine repose en grande partie sur une lutte efficace contre les maladies. Pour les prévenir ou les réprimer, il importe de savoir les reconnaître dès l'apparition des premiers symptômes.

La présente publication a donc pour objet la description des principales maladies de l'oignon au Canada et les moyens de lutte recommandés pour les prévenir.

CAUSES DES MALADIES

Les champignons, les bactéries, les nématodes, les mycoplasmes et les virus sont responsables de la plupart des maladies des plantes, mais certaines conditions défavorables du milieu peuvent également causer des troubles ou des maladies dites physiogéniques.

Champignons

Les champignons sont des végétaux pour la plupart microscopiques qui vivent sur d'autres plantes ou sur de la matière organique en décom-

position. En général, les champignons produisent un nombre incalculable de spores qui sont transportées vers les plantes-hôtes par le vent, la pluie, les insectes, la machinerie et l'homme. Lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables, les spores germent et infectent les plantes saines. Entre les saisons de culture, beaucoup de champignons survivent à l'état de spores de réserve, de mycélium ou de sclérotes dans les débris végétaux ou dans le sol.

Bactéries

Les bactéries qui attaquent les plantes sont des micro-organismes unicellulaires en forme de bâtonnet et qui se multiplient très rapidement. Souvent, elles se présentent sous forme d'exsudat à la surface des plantes malades. Dans d'autres cas, les bactéries sont libérées quand les tissus malades se décomposent. Elles sont alors transmises aux autres plantes par la pluie, les insectes et l'homme.

Nématodes

Les nématodes sont des vers microscopiques qui vivent dans le sol. Ils sont endoparasites s'ils pénètrent dans les racines de la plante ou ectoparasites quand ils se nourrissent sur les racines. Lorsqu'ils sont nombreux, les plantes atteintes dépérissent et leur rendement diminue. Le nématode cécidogène produit des renflements, des galles ou des nodosités sur les racines de la carotte, de la laitue, de la tomate, de l'oignon et de plusieurs autres plantes.

Mycoplasmes et virus

Les mycoplasmes et les virus sont les plus petits agents infectieux à provoquer des maladies chez les plantes. Ils sont invisibles au microscope ordinaire, mais on peut déterminer leur forme et leur taille à l'aide d'un microscope électronique. Ils se composent de substances protéiques complexes et se multiplient rapidement dans la plante. Ils sont transmis de diverses manières; par les insectes, par contact et parfois par la semence.

Conditions du milieu défavorables

Certaines maladies résultent de conditions défavorables du milieu qui affectent sérieusement la croissance normale des plantes. Parmi ces facteurs, on trouve les températures extrêmes ou les excès d'humidité, les déséquilibres nutritifs, les carences ou les excès de substances minérales, l'acidité ou l'alcalinité du sol, le mauvais drainage ou encore la pollution de l'air.

MOYENS DE LUTTE GÉNÉRAUX

La lutte contre les ennemis des plantes cultivées vise à limiter les pertes économiques et à protéger la valeur de la récolte. Elle se justifie dans la mesure où son coût, en termes d'argent et d'effort, est inférieur aux pertes causées par les maladies. Les mesures de lutte choisies doivent également s'intégrer au programme de production. Comme il est d'ordinaire beaucoup plus facile et plus avantageux de prévenir les maladies que de les guérir, il est souhaitable de suivre plusieurs mesures phytosanitaires, telles que la rotation des cultures, la protection de la semence et de la végétation à l'aide de fongicides, la désinfection du sol par fumigation et l'emploi de cultivars résistants.

Mesures phytosanitaires

Plusieurs organismes qui causent des maladies foliaires peuvent survivre sur la matière végétale en décomposition et y compléter leur cycle biologique. La destruction des déchets de culture et des débris de plantes infectées soit par le feu, soit par le labour profond ou par toute autre mesure entrave la formation de foyers d'infection.

L'élimination des mauvaises herbes dans les champs et leurs abords réduit la propagation de certaines maladies, car plusieurs de ces plantes nuisibles sont des réservoirs de virus ou de mycoplasmes et elles abritent souvent les insectes qui les disséminent comme la cicadelle de l'aster, vecteur du mycoplasme qui cause la jaunisse.

Rotation des cultures

L'assolement permet d'enrayer certaines maladies dans la mesure où les cultures qui suivent la culture principale n'ont pas la même sensibilité aux mêmes maladies. Cette pratique empêche le développement ou la multiplication excessive d'organismes terricoles qu'il est difficile ou trop coûteux de détruire chimiquement.

La durée de la rotation doit être fonction de la survie de l'organisme en l'absence de sa culture-hôte. Certains organismes, comme ceux qui sont responsables des brûlures foliaires, survivent dans les déchets de culture pendant une période limitée de sorte qu'une rotation de 2 ou 3 ans suffirait à empêcher la propagation de l'inoculum.

Les nématodes et certains autres organismes terricoles, comme la pourriture blanche et le charbon de l'oignon, peuvent survivre presque indéfiniment dans le sol; une rotation de 5 ans ou plus est alors nécessaire pour réduire la quantité d'inoculum. Toutefois, une telle rotation est souvent impraticable et plus ou moins efficace d'autant plus que certains des organismes se multiplient aussi sur les mauvaises herbes.

Traitements fongicides de la semence et de la végétation

Il convient de traiter les graines à l'aide d'un fongicide pour prévenir la fonte des semis ou le charbon qui sont causés par des champignons vivant sur la semence ou dans le sol. Enrober parfaitement les graines de fongicide avant le semis en suivant soigneusement les directives du fabricant. Ce traitement est efficace contre les champignons qui se trouvent à la surface des graines et permet une meilleure survie des plantules.

Il est difficile de lutter contre les maladies foliaires une fois qu'elles se sont établies dans un champ. Le traitement à l'aide d'un fongicide ne fait qu'empêcher leur développement ou leur propagation aux autres plantes ou aux autres champs. Il est donc recommandé d'appliquer un fongicide protectant avant l'apparition des maladies pour éviter la multiplication excessive de l'inoculum. Il faut traiter à 7 ou 10 jours d'intervalle selon les conditions atmosphériques ou les avis phytosanitaires et en observant à cet égard les recommandations provinciales.

Destruction des nématodes par fumigation

Avant de fumiger, il faut évaluer l'efficacité et le coût du traitement en fonction de la valeur de la culture et des profits escomptés. De nombreux producteurs de carottes et d'oignons ont maintenant recours à la fumigation. Cette pratique s'accompagne d'une bonne rotation des cultures. La consultation d'un nématologiste pour déterminer le niveau des populations de nématodes s'impose avant une fumigation. En plus d'éliminer les nématodes, la fumigation a l'avantage de réduire aussi les populations de champignons et de bactéries pathogènes, des insectes terricoles et des mauvaises herbes.

La fumigation du sol peut se faire à l'automne ou au printemps. La fumigation à l'automne est préférable pour éviter de retarder les semis. Le sol doit être légèrement humide, et sa température doit atteindre au moins 5°C à une profondeur de 20 cm. Il doit aussi être exempt de déchets de culture non décomposés. Veuillez observer soigneusement les recommandations provinciales et le mode d'emploi du produit recommandé par le fabricant pour le dosage et la méthode d'application. Après le traitement, on effectue le compactage du sol par arrosage, par nivelage avec des planches ou par foulage. Si on choisit de fumiger à l'automne, la terre compactée doit ensuite être laissée au repos jusqu'aux travaux culturaux de printemps. Lorsque la fumigation est effectuée au printemps, il faut laisser agir le fumigant environ 10 jours. Ensuite, le sol doit être aéré au moins pendant une semaine avant l'ensemencement, surtout si le sol est frais et humide. *Il faut éviter les fumigants à base de bromure car ils sont toxiques pour les oignons.*

Emploi de cultivars résistants

L'emploi de cultivars résistants constitue la solution la plus efficace et la plus économique pour la lutte contre les maladies des plantes. C'est souvent la seule façon d'enrayer certaines maladies causées par des organismes pathogènes du sol. Plusieurs maladies résistent à tout traitement et ne peuvent vraisemblablement être enrayées que par la création de nouveaux cultivars résistants. À l'heure actuelle, il en existe peu, mais les recherches pour la création de nouveaux cultivars résistants à une ou plusieurs maladies progressent constamment.

MALADIES FONGIQUES

Tache pourpre (*Purple blotch*) *Alternaria porri* (Ell.) Cif.

La tache pourpre est une maladie commune de l'oignon qui peut devenir destructrice sous des conditions climatiques favorables à son développement. Elle affecte également le poireau et l'échalote.

L'agent de cette maladie est le champignon *Alternaria porri* (Ell.) Cif. qui peut attaquer toutes les parties aériennes des plantes ainsi que les bulbes. Les premières taches apparaissent sur les feuilles les plus âgées. Au début, elles sont petites, allongées, déprimées, blanchâtres et leur centre est généralement de couleur pourpre (fig. 1). Sous des conditions climatiques favorables ces taches s'agrandissent, se confondent et se recouvrent des fructifications noires du champignon; par la suite, les feuilles se dessèchent. Sur les oignons porte-graine, la hampe florale peut être envahie et détruite. Le bulbe peut aussi être affecté lors de la récolte lorsque le champignon pénètre par des blessures ou par le col et provoque en entrepôt une pourriture spongieuse jaune foncé ou rouge vin.

Le champignon hiverne sur les résidus de feuilles infectées. Pendant la saison de végétation, il sporule et infecte les plantes sous des conditions d'humidité abondante et prolongée; par contre, la température a peu d'influence.

Moyens de lutte

Les moyens de lutte sont identiques à ceux qui sont recommandés contre la brûlure de la feuille et la pourriture du col.

Pourriture du col et moisissure grise (*Neck rot and gray mold rot*) *Botrytis allii* Munn, *Botrytis squamosa* J. C. Walker et *Botrytis cinerea* Pers.

Les champignons responsables de la pourriture du col sont le *Botrytis allii* Munn et le *Botrytis squamosa* J. C. Walker qui sont spécifiques des *Allium*: oignon, ail, échalote, ciboulette et poireau. La moisissure grise est causée par le *Botrytis cinerea* Pers., champignon polyphage très répandu dans la nature.

La pourriture du col est surtout une maladie d'entrepôt bien que l'infection prenne naissance dans le champ. Elle commence par un ramollissement des tissus à la partie supérieure du bulbe surtout au niveau du col et progresse graduellement vers la base. Les tissus infectés sont brunâtres et à consistance molle comme s'ils avaient subi une cuisson (fig. 2). En atmosphère humide, une moisissure grise typique se développe sur les parties affectées. Souvent cette moisissure n'est visible que lorsqu'on soulève une ou deux tuniques externes du bulbe, et on peut voir alors de petits sclérotes noirs incrustés sur les tissus desséchés (fig. 3).

La moisissure grise présente un feutrage semblable à celui de la pourriture du col, cependant on peut le retrouver sur toutes les parties du bulbe (fig. 4).

Les organismes responsables de la pourriture du col et de la moisissure grise hivernent dans le sol sur les déchets de culture d'oignon et constituent une source d'inoculum pour la saison suivante. Le *B. squamosa* cause également la brûlure de la feuille durant la saison. L'infection des bulbes se produit en fin de végétation soit par le col lors de la sénescence des feuilles, soit par les blessures subies à la récolte.

La maladie est surtout à craindre pendant les automnes pluvieux et lorsque le sol est trop riche en azote, ce qui ralentit le dessèchement des feuilles et la cicatrisation du col.

Moyens de lutte

- Suivre un programme de pulvérisations fongicides pour bien protéger le feuillage selon les recommandations provinciales et les avis phytosanitaires.
- Récolter les oignons à maturité complète.
- Récolter par temps sec et laisser sécher complètement les oignons à l'air avant de les entreposer afin de permettre la cicatrisation rapide des blessures.
- Entreposer à une température de 0°C et à une humidité relative inférieure à 70%.
- Éviter une fertilisation azotée excessive.

Brûlure de la feuille (*Leaf blight*) *Botrytis squamosa* J. C. Walker

La brûlure de la feuille est une maladie commune et très importante de l'oignon à cause des dégâts rapides qu'elle peut causer au feuillage.

La maladie apparaît sur les feuilles plus âgées sous forme de taches ovales blanchâtres ou jaunâtres, de 1 à 3 mm de long, légèrement déprimées et entourées d'un halo argenté (fig. 5). Ces taches s'étendent sur toute l'épaisseur du limbe et sont facilement visibles à l'intérieur de la feuille lorsqu'on l'ouvre. Ces symptômes se distinguent de la moucheture de la feuille causée par le *Botrytis cinerea* et qui forme de petites taches superficielles sans halo.

Lorsque les taches sont nombreuses et que les conditions climatiques sont favorables, il se développe une brûlure facilement reconnaissable par le brunissement et l'affaissement de la pointe de la feuille (fig. 6). Une évolution rapide de la maladie occasionne de lourds dégâts au feuillage et empêche la formation normale du bulbe réduisant ainsi le rendement.

Sur la pointe des feuilles mortes, le champignon produit de nombreuses spores qui sont emportées par le vent et causent d'autres infections. Le champignon hiverne sous forme de sclérotes dans les déchets de culture.

La brûlure de la feuille se développe très rapidement lors de périodes prolongées de temps chaud et humide au milieu de l'été. Il arrive souvent que durant ces périodes l'on rencontre des problèmes de pollution et des dommages causés par l'ozone. Le champignon qui est responsable de la brûlure foliaire peut souvent aggraver les dégâts dus à l'ozone (fig. 22).

Le champignon peut aussi se propager en entrepôt et causer une pourriture du col des oignons (*voir* pourriture du col).

Moyens de lutte

- Suivre un programme de pulvérisations fongicides pour protéger complètement le feuillage selon les recommandations provinciales et les avis phytosanitaires.
- Ramasser et détruire les déchets de culture.
- Suivre les recommandations concernant la pourriture du col en entrepôt.

Anthracnose (*Smudge*) *Colletotrichum circinans* (Berk.) Vogl.

L'anthracnose est une maladie causée par le champignon *Colletotrichum circinans* (Berk.) Vogl. que l'on rencontre occasionnellement sur les oignons blancs au moment de la récolte et de l'entreposage. On remarque alors au niveau du col de l'oignon et sur les tuniques externes du bulbe de petites taches vert foncé ou noires souvent groupées ou disposées en anneaux concentriques (fig. 7). Les bulbes ainsi maculés sont dépréciés lors de la mise sur le marché. Dans certains cas, lorsque les oignons sont

mal conditionnés et entreposés sous des conditions très humides, les taches vont progresser et apparaître sur les tuniques internes de l'oignon sous forme de petites lésions jaunes qui s'agrandissent et se rejoignent. Les bulbes alors se ratatinent et peuvent germer prématurément.

La maladie est transmise par les bulbes d'oignons contaminés que l'on garde pour planter. De plus, le champignon peut vivre dans le sol plusieurs années sans son hôte, soit en saprophyte, soit sous forme de stroma. La maladie apparaît par temps chaud et humide, lorsque les pluies dispersent les conidies produites par le champignon. Les oignons jaunes ou rouges sont résistants à cette maladie.

Moyens de lutte

- Laisser sécher complètement les oignons à la récolte avant l'entreposage.
- Entreposer les oignons secs à une température de 0°C et à une humidité relative inférieure à 70%.

Pourriture basale fusarienne (*Fusarium bulb rot*) *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *cepæ* (Hanz.) Snyd. & Hans.

La pourriture basale fusarienne est causée par un champignon terricole, le *Fusarium oxysporum* Schlecht. f. sp. *cepæ* (Hanz.) Snyd. & Hans. qui est spécifique des *Allium*: oignon, ail, échalote, ciboulette et poireau. La monoculture de l'oignon sur les sols organiques favorise particulièrement cette maladie.

Le pathogène attaque le bulbe d'oignon dans la région des racines provoquant une pourriture de consistance ferme et de couleur brun rosé qui se recouvre ensuite d'un mycélium blanchâtre (fig. 8). Les premiers symptômes de la maladie sont un jaunissement et un dépérissement du feuillage. Les plantes s'arrachent facilement, et on remarque alors que les racines sont presque toutes pourries. Lorsque l'infection est tardive, les symptômes ne sont visibles qu'en entrepôt.

Le champignon survit plusieurs années dans le sol sous forme de chlamydospores ou en saprophyte sur les déchets de culture. La maladie est plus grave lorsque la température du sol est de 25 à 28°C et que l'humidité du sol est abondante.

Moyens de lutte

Comme pour la plupart des organismes terricoles, l'élimination de ce pathogène dans le sol est difficile.

- Pratiquer une rotation de 3 ans avec des cultures non sensibles comme la carotte, l'épinard, la laitue ou la betterave.
- Choisir les cultivars recommandés pour leur résistance à la pourriture basale fusarienne.

- Suivre les recommandations décrites pour la pourriture du col en entrepôt.

Mildiou (*Downy mildew*) *Peronospora destructor* (Berk.) Casp.

Le mildiou causé par le *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. est une maladie qui peut détruire rapidement le feuillage des *Allium* et empêcher ainsi la formation, la maturation et la conservation des bulbes d'oignon. Chez les plantes porte-graine, la maladie est très dommageable lorsque la hampe florale est détruite avant la maturation des graines.

Le pathogène responsable attaque les feuilles les plus âgées. On remarque tout d'abord des plages allongées de grandeur variable et légèrement plus claires que le reste du feuillage. À l'humidité, elles se recouvrent d'un duvet gris violacé (fig. 9) qui peut même envahir les tissus sains environnants si cette période d'humidité se prolonge. Souvent, les feuilles se replient au niveau des plages affectées et leur extrémité se dessèche. Par temps sec, le duvet disparaît et les taches s'éclaircissent mais il réapparaît sur les tissus avoisinants pour causer de nouvelles lésions lorsque le temps redevient très humide. Fréquemment, un autre champignon dont la couleur va du brun au noir, le *Stemphylium botryosum* Wallr., s'installe sur les lésions primaires et peut même masquer en partie les symptômes du mildiou. Dans certains cas, lorsque les plantes sont cultivées dans un sol très contaminé ou qu'elles proviennent d'oignonets infectés, la maladie devient systémique et le champignon croît abondamment à l'intérieur des feuilles et des bulbes. Les plantes restent naines et les feuilles sont vert pâle, déformées et souvent couvertes du duvet violacé du champignon.

L'infection causée par le mildiou nécessite des conditions climatiques bien particulières. En effet, une température fraîche et la présence d'eau (pluie ou rosée) à la surface des feuilles sont nécessaires pour que commence la maladie. Il suffit, cependant, de quelques heures de temps ensoleillé et sec pour arrêter une épidémie. Le champignon hiverne dans les déchets de culture infectés sous forme d'oospores et persiste aussi d'une année à l'autre sous forme de mycélium dans les bulbes infectés en entrepôt.

Moyens de lutte

- Éviter de planter des oignonets contaminés par le mildiou.
- Pratiquer une rotation de 2 ans en évitant les *Allium*.
- Suivre un programme régulier de pulvérisations fongicides sur le feuillage en fonction des conditions climatiques ou selon les recommandations provinciales et les avis phytosanitaires.
- Détruire les résidus de culture infectés après la récolte pour éliminer une source importante d'inoculum.
- Éliminer les tas de déchets d'oignons provenant des entrepôts.

Racine rose (*Pink root*) *Pyrenochæta terrestris* (Hans.) Gorenz, J. C. Walker & Larson

La racine rose est causée par le champignon terricole *Pyrenochæta terrestris* (Hans.) Gorenz, J. C. Walker & Larson qui s'attaque aussi au poireau, à l'ail, à l'échalote et à la ciboulette mais ne provoque généralement pas de dégâts graves dans ces cultures au Canada. L'effet principal de la maladie est de réduire la grosseur des bulbes.

Le pathogène s'attaque aux racines et provoque le jaunissement et le flétrissement des plantes affectées. Pour un diagnostic sûr, arracher les plantes malades qui se détachent facilement du sol et qui montrent une réduction notable du système radiculaire; les racines encore présentes ont une couleur rose typique qui devient rouge puis pourpre et passe finalement de brune à noire (fig. 10). En général, la maladie apparaît par plages dans le champ ou sur des plantes isolées.

Le champignon peut survivre dans le sol durant plusieurs années en l'absence de plantes-hôtes. Il attaque les racines surtout lorsque la température du sol s'élève à 26°C; si la température se refroidit la plante peut récupérer par la formation de nouvelles racines et une reprise de végétation.

Moyens de lutte

- Pratiquer une rotation de plusieurs années en excluant les *Allium* si la maladie devient dommageable.

Pourriture blanche (*White rot*) *Sclerotium cepivorum* Berk.

La pourriture blanche est une maladie grave de l'oignon causée par le *Sclerotium cepivorum* Berk., mais qui est encore peu répandue au Canada. La maladie se manifeste par groupes isolés de plantes dans les champs et d'habitude en début de formation des bulbes. Les jeunes plantes peuvent être aussi affectées. Les feuilles plus âgées jaunissent, deviennent flasques, tombent sur le sol et dépérissent. Une pourriture molle détruit graduellement le bulbe et les racines. Les parties atteintes par cette pourriture sont recouvertes par un épais feutrage mycélien blanc recouvert de nombreux petits sclérotes noirs (fig. 11). Ces sclérotes permettent au champignon de survivre au moins de 4 à 5 ans dans le sol en l'absence de plante-hôte. Ils germent lorsqu'ils sont stimulés par des substances excrétées par les racines d'oignons et le champignon infecte ensuite ces racines.

La pourriture blanche se développe plus rapidement par temps frais (20°C) et lorsque l'humidité du sol est peu élevée. La maladie se propage de plante en plante par contact de racines ce qui explique ainsi l'appari-

tion par plages de plantes malades dans le champ. Une dispersion plus rapide de la maladie se fait aussi par les sclérotes qui sont dispersés dans le champ par les travailleurs, les outils, la machinerie ou les eaux de ruissellement.

En entrepôt, la maladie continue à se développer sur les bulbes malades et elle se propage aux bulbes sains.

Moyens de lutte

La pourriture blanche demeure difficile à enrayer. Les dégâts peuvent être importants une année et nuls l'année suivante.

- Pratiquer une rotation d'au moins 4 à 5 ans.
- Incorporer au sol un fongicide spécifique avant le semis, selon les recommandations provinciales. Ce traitement peut se pratiquer sur de petites surfaces contaminées.

Charbon (*Smut*)
Urocystis magica Pass. ap. Thüm.

Le charbon est une maladie grave et répandue de l'oignon. Celle-ci est causée par un champignon terricole, l'*Urocystis magica* Pass. ap. Thüm. L'infection occasionne souvent des pertes considérables au semis.

Les premiers symptômes de la maladie apparaissent sur les cotylédons et les nouvelles feuilles sous forme de lésions longitudinales, vésiculeuses, noirâtres à reflets argentés et contenant les fructifications du champignon (fig. 12*a*). Les plantules meurent souvent avant la levée. Si elles survivent, la maladie devient systémique et les plantes végètent toute la saison. Les bulbes en formation se couvrent également de lésions noirâtres (fig. 12*b*) et sont facilement attaqués par d'autres organismes qui provoquent des pourritures secondaires. Lorsque l'épiderme qui recouvre les lésions se fendille, des millions de spores du champignon sont libérées et tombent au sol où elles peuvent garder leur pouvoir infectieux pendant de nombreuses années. Les oignons sont susceptibles au charbon pendant une période très courte de leur vie c'est-à-dire entre la germination et la levée. Après la levée, les plantes deviennent résistantes. Les périodes de temps froid et humide du printemps, qui contribuent à retarder la levée des plantes, favorisent les infections de charbon. Si le temps est chaud et sec, les oignons germent rapidement et échappent ainsi plus facilement à la maladie. Les oignons transplantés ne sont pas affectés par le charbon.

Moyens de lutte

- Enrober parfaitement la semence avec un fongicide systémique qui protège la graine pendant la germination et la levée; suivre les recommandations provinciales à cet égard.

- Pratiquer une rotation afin de prévenir l'infestation graduelle du sol.
- En terrain très contaminé, cultiver des oignons transplantés.

MALADIES BACTÉRIENNES

Pourriture molle (*Soft rot*) *Erwinia carotovora* (L. R. Jones) Holland

La pourriture molle affecte la majorité des légumes cultivés au Canada et est très fréquente chez l'oignon dans les entrepôts ou au cours du transit. Occasionnellement, elle peut se développer en plein champ, surtout en fin de saison, après de fortes pluies et lorsque les feuilles sont sénescentes.

Le pathogène responsable est une bactérie, l'*Erwinia carotovora* (L.R. Jones) Holland qui pénètre dans le bulbe soit par le col lorsque les feuilles se dessèchent, soit par des blessures mécaniques ou par les dégâts de la mouche de l'oignon, soit encore en association avec d'autres maladies du bulbe. Les bactéries à l'intérieur du bulbe provoquent d'abord un ramollissement des tissus d'une ou de plusieurs tuniques qui deviennent spongieuses, imbibées d'eau et de couleur jaune pâle à grisâtre. Par la suite, tout l'intérieur du bulbe se décompose entièrement pour former une masse gluante. Une pression sur le bulbe laisse s'écouler par le col un liquide visqueux qui dégage une odeur fétide caractéristique.

La principale source de contamination provient du sol où les bactéries vivent sur les déchets de culture infectés et sont ensuite disséminées par les pluies. Elles se multiplient très rapidement par temps chaud et humide. L'infection se poursuit lorsque la température est au-dessus de 3°C en entrepôt ou en transit. La maladie peut se transmettre d'un bulbe à l'autre lorsque l'humidité est excessive.

Moyens de lutte

- Réprimer efficacement la mouche de l'oignon qui cause des blessures aux bulbes, selon les recommandations provinciales.
- Éviter de blesser les bulbes lors de la récolte.
- N'entreposer que des oignons parfaitement secs.
- Conserver la récolte à une température de 0°C et à une humidité relative inférieure à 70%.
- Ventiler bien durant l'entreposage.

Pourritures bactériennes (*Slippery skin and sour skin*) *Pseudomonas alliicola* Burkh., *Pseudomonas cepacia* Burkh.

Ces deux pourritures bactériennes de l'oignon ne se sont manifestées que rarement au Canada quoiqu'elles se rencontrent dans plusieurs régions des États-Unis.

Les organismes responsables, le *Pseudomonas alliicola* Burkh. et le *Pseudomonas cepacia* Burkh., semblent être spécifiques de l'oignon et ne se distinguent que par les symptômes qu'ils provoquent sur les bulbes affectés. Les symptômes communs sont un ramollissement des bulbes au niveau du col au début des infections. Lorsqu'il y a infection par le *P. alliicola*, une pourriture progresse à partir du col vers la base du bulbe où l'infection est transmise d'une tunique à l'autre jusqu'à l'envahissement de la partie centrale qui devient aqueuse. Celle-ci a une consistance semblable aux tissus qui ont subi la cuisson (fig. 13). Une simple pression à la base du bulbe fait glisser cette partie pourrie à l'extérieur par le col d'où le nom anglais de «*Slippery skin*». La pourriture causée par le *P. cepacia* se rencontre sur les tuniques externes sans nécessairement affecter celle qui recouvre la surface du bulbe, et les tissus atteints sont d'un jaune visqueux, mais non aqueux (fig. 14). Aussi, une pression sur le bulbe fait également glisser vers l'extérieur la partie centrale qui est ferme. Cette pourriture dégage une odeur aigre d'où le nom anglais de «*Sour skin*».

Le cycle vital de ces deux organismes n'est pas encore bien connu mais lorsqu'il fait chaud, ils se reproduisent très rapidement. Ils semblent se disséminer et infecter les oignons de la même façon que les bactéries qui causent la pourriture molle.

Moyens de lutte

Les moyens de lutte sont les mêmes que ceux recommandés contre la pourriture molle. De plus, sécher artificiellement à l'air chaud les oignons humides avant l'entreposage.

MALADIES NÉMATIQUES

Nodosité des racines (*Root knot*) *Meloidogyne hapla* Chitwood

La nodosité des racines est causée par le nématode *Meloidogyne hapla* Chitwood qui est commun dans les régions de cultures maraîchères, surtout dans les sols organiques. Lorsque les populations sont abondantes, ce nématode cause d'importants dégâts à nombre de cultures parmi lesquelles on retrouve l'oignon.

Dans les champs infestés, on observe des zones où la végétation est inégale, retardée et moins dense. Les plantes atteintes sont rabougries et leur feuillage est pâle. Aux endroits où pénètrent les nématodes dans les racines, les tissus blessés réagissent en produisant des nodosités ou petits renflements accompagnés d'une prolifération anormale de radicelles. L'absorption d'eau et d'éléments nutritifs est gênée et le bulbe de l'oignon est souvent plus petit (fig. 15).

Dans le sol, les jeunes larves sont filiformes et de taille microscopique. Elles pénètrent dans la plante-hôte pour s'y nourrir. À maturité, les femelles sont gonflées, piriformes et pondent des centaines d'œufs dans une masse gélatineuse à l'extérieur des racines.

Les mois chauds de l'été sont particulièrement propices à la reproduction de ce nématode et, suivant la température, il peut y avoir plusieurs générations. L'infestation sera optimale à une température de 22 à 24°C. L'alternance du gel et du dégel contribue à la destruction des larves. L'humidité du sol est également importante et nombre de larves et d'œufs ne survivent pas dans les sols inondés.

Les larves se déplacent très peu dans le sol pendant la saison de croissance. Elles sont surtout transportées par l'eau de ruissellement, par le remuage du sol dans les semis infestés et par les bulbes utilisés pour la production de semences. Le nématode cécidogène se reproduit abondamment sur les cultures sensibles ou les mauvaises herbes.

Enflure (*Bloat*)
Ditylenchus dipsaci (Kühn) Filip.

L'enflure est causée par le nématode *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filip. Cette espèce peut attaquer un grand nombre de plantes cultivées et sauvages et est souvent nuisible aux *Allium*, tels que l'oignon, l'ail, le poireau et l'échalote. Dans un sol très contaminé, l'oignon peut être attaqué dès les premiers stades de sa croissance et subir des dommages considérables. Peu de temps après l'émergence, la base de l'oignon présente un renflement et des feuilles recourbées et déformées (fig. 16*a*) sur lesquelles apparaissent de petites verrues jaunâtres. Celles-ci deviennent chlorotiques et dépérissent à partir du sommet causant ainsi la mort prématurée des jeunes plantes. Sur les plantes plus âgées, les feuilles tombent prématurément et le bulbe ramollit à partir du col. Les oignons attaqués deviennent spongieux, la maladie étant caractérisée par des zones brunes entre les tuniques du bulbe (maladie annulaire). Le fendillement et l'éclatement des bulbes infectés sont les symptômes les plus apparents. Il arrive souvent que le bulbe éclate et pourrisse très rapidement (fig. 16*b*). En entrepôt, les nématodes poursuivent leur développement dans les tissus favorisant ainsi l'invasion d'organismes secondaires qui provoquent la pourriture du bulbe.

Le nématode hiverne à l'état de larves déshydratées sur la semence, dans les déchets de culture d'oignons laissés sur le champ ou dans l'entrepôt. L'infection de la semence se fait à partir des bulbes infectés

que l'on transplante pour la production de semence. Les larves et les adultes pénètrent dans la plante-hôte par les stomates, par les craquelures ou blessures des tissus ou en perforant l'épiderme à l'aide de leur stylet. Ils se reproduisent dans les tissus et complètent leur cycle en 3 ou 4 semaines. Plusieurs générations se succèdent dans une saison de végétation.

Ce nématode peut survivre plusieurs années à l'état dormant sous des conditions de sécheresse et reprendre son activité lorsque le milieu redevient favorable. Il peut être transporté sur de longues distances par la terre qui adhère aux instruments aratoires ou par le vent, les déchets de culture, les contenants, les graines et les bulbes infectés.

Moyens de lutte

Il est plus facile et plus économique de prévenir une infestation de nématodes que de s'en débarrasser.

- Utiliser une semence saine.
- Pratiquer une rotation de 3 ans avec des plantes résistantes (maïs ou céréales). La densité des populations de nématodes diminue rapidement en l'absence de plantes-hôtes.
- Pratiquer une fumigation complète avec un nématicide recommandé si la population dépasse de 5 à 25 nématodes par litre de sol pour le *Ditylenchus dipsaci* et si elle dépasse 2000 pour le *Meloidogyne hapla*.
- Relire la section «Destruction des nématodes par fumigation» et suivre les recommandations provinciales à cet égard.

MALADIE VIRALE

Nanisme jaune (*Yellow dwarf*) Virus de la bigarrure de l'oignon

Le nanisme jaune de l'oignon se rencontre dans plusieurs pays mais est peu répandu au Canada puisqu'il affecte surtout les oignons porte-graine et les oignonets. Il se rencontre aussi sur l'échalote, l'ail, le poireau et certaines espèces de narcisses. La maladie réduit les rendements de bulbes des oignons semés si les infections ont lieu tôt au printemps et elle peut diminuer jusqu'à 50% la production de semence sur les porte-graine. Les bulbes issus de plantes malades se conservent difficilement en entrepôt.

Le pathogène responsable de cette maladie est le virus de la bigarrure de l'oignon. Il est transmis aux oignons par plusieurs espèces de pucerons et peut l'être aussi par des moyens mécaniques. Sur les oignons semés, l'infection a lieu en cours de végétation et les premiers symptômes apparaissent d'abord sur les feuilles les plus nouvelles qui pâlissent lorsqu'un grand nombre de stries jaunes se développent le long des

nervures. Ensuite, les feuilles «se gaufrent» et se replient vers le sol (fig. 17). Lorsque l'on plante un bulbe ou un oignonet infecté, les symptômes sont encore plus apparents: les stries jaunes apparaissent à la base de la première feuille et ensuite sur les autres feuilles à mesure qu'elles émergent. Plus tard le jaunissement s'accentue, les feuilles se gaufrent, s'aplatissent et retombent vers le sol en s'entortillant. La hampe florale devient striée de jaune, vrille et reste courte. En général, la plante prend un aspect de nanisme et de flétrissement.

Le virus n'est pas transmis par la semence mais les bulbes infectés donnent toujours naissance à des plantes malades. Le virus hiverne dans les bulbes d'oignon, d'oignonet, d'échalote ou d'ail infectés. Au printemps, ils deviennent les principaux foyers de contamination, et la maladie est disséminée surtout par les pucerons sur les oignons semés ou sur d'autres plantes saines.

Moyens de lutte

- Utiliser les variétés résistantes dans les régions où l'infection est grave d'année en année.
- Employer un aphicide recommandé pour combattre les pucerons.
- Cultiver l'échalote, l'ail, les oignonets et des narcisses éloignés d'un champ d'oignon.

MALADIE À MYCOPLASME

Jaunisse (*Yellows or aster yellows*) Mycoplasme de la jaunisse de l'aster

La jaunisse est une maladie très répandue sur un grand nombre de plantes cultivées et sauvages incluant les légumes tels la carotte, la laitue, le céleri et l'oignon. L'oignon est moins souvent affecté que la carotte ou la laitue; par contre, sur les oignons porte-graine, l'infection est beaucoup plus dommageable.

Le pathogène responsable est le mycoplasme de la jaunisse de l'aster qui est transmis aux plantes par la cicadelle de l'aster, le *Macrosteles fascifrons* (Stål).

Sur les oignons semés, les symptômes débutent par un jaunissement à la base des plus jeunes feuilles qui s'étend vers le haut. Les feuilles deviennent ensuite aplaties et marquées de stries jaunes et vertes mais elles ne s'enroulent pas (fig. 18). Sur les oignons porte-graine, il y a jaunissement, élongation anormale de la hampe florale et de pédicelles causant une malformation du bouquet floral et une stérilité des ombelles.

La cicadelle de l'aster est le plus important vecteur de la jaunisse. Au Québec, elle hiverne à l'état d'œufs sur les céréales d'hiver ou les graminées. Au printemps, les œufs éclosent et les nymphes se nourrissent

aux dépens de leurs hôtes d'hiver. Au stade adulte, les cicadelles commencent à envahir d'autres cultures avant les champs d'oignons. Elles contractent le mycoplasme en se nourrissant des hôtes vivaces atteints et le transmettent aux plantes saines.

Moyens de lutte

- Détruire les mauvaises herbes vivaces ou bisannuelles sur lesquelles le mycoplasme peut survivre. Ces plantes croissent le long des routes, des fossés et des clôtures, et en plein champ.
- Réduire les populations de cicadelles en appliquant un insecticide efficace aux abords des champs afin de détruire les cicadelles qui se trouvent sur les mauvaises herbes.
- Suivre les recommandations provinciales à cet égard.

MALADIES PHYSIOGÉNIQUES ET AUTRES CAUSES

Insolation (*Sun scald*)

Lorsque les printemps sont chauds et secs, la température à la surface du sol, sous l'action d'un soleil ardent, peut parfois s'élever jusqu'à 65°C. Ceci est particulièrement vrai pour les sols de couleur foncée comme les sols organiques. Cette température élevée endommage les jeunes plantes sensibles, car la chaleur provoque la mort des cellules au niveau du col de l'oignon. Les tissus blessés se dessèchent, ce qui produit un étranglement du col (fig. 19) suivi du flétrissement et du dessèchement de la plante. La gravité des dégâts dépend de la température à la surface du sol et de la tendreté des tissus de la plante.

Moyens de lutte

L'insolation est un problème mineur et rare dans les cultures d'oignons et, il n'y a pas de solution pratique à ce problème.

- Semer le plus tôt possible pour que les plantes passent le plus rapidement leur stade de sensibilité à l'insolation.

Tuniques translucides (*Physiological breakdown; translucent scales*)

Ce désordre physiologique de l'oignon est caractérisé par l'apparence de tissus grisâtres et imprégnés d'eau sur une ou plusieurs tuniques qui paraissent ainsi translucides. Parfois toutes les tuniques sont atteintes, mais le plus souvent, seules les deuxième et troisième tuniques charnues

sont affectées. En coupe transversale, les tuniques atteintes ont une couleur brunâtre (fig. 20).

On peut confondre ce problème de tuniques translucides avec les dommages causés par le gel, mais dans ce cas, les dommages se produisent toujours de la surface vers l'intérieur et affectent aussi le col. De plus, on remarque dans les cas de gel des aires de tissus blancs et opaques à l'intérieur des tissus translucides. Enfin, parmi les dommages causés par le gel, il y a le relâchement de l'épiderme sur le côté concave des tuniques affectées; les tissus ont alors une texture granuleuse.

Les causes de ce désordre sont inconnues. Il semble que ce problème soit lié à l'entreposage puisqu'il apparaît après la récolte et qu'il s'aggrave après 3 à 4 mois d'entreposage. Des recherches indiquent que des oignons gardés à une température de 5 à 10°C pendant quelques semaines avant un entreposage final à 0°C sont plus sujets à ce désordre. Une humidité relative trop élevée pourrait aussi prédisposer à ce problème.

Moyens de lutte

- Entreposer le plus tôt possible des oignons bien séchés à une température appropriée (0°C) et à une humidité relative de 65 à 70%.

Dommages causés par le vent et la pluie (*Wind and pelting rain injury*)

Les dommages causés par le vent et la pluie se produisent surtout lors de pluies battantes durant les orages, lorsque les gouttes de pluie poussées par des vents violents frappent les feuilles d'oignon et les blessent. Les dommages sont visibles sur les feuilles seulement du côté où le vent a poussé la pluie. On remarque alors des taches blanchâtres à jaunâtres, rondes à irrégulières et de grandeur variant de 1 à 5 mm (fig. 21).

Les dommages causés par la pluie ne sont généralement pas graves, mais il est important de les distinguer des dommages causés par les *Botrytis*, l'ozone ou certains herbicides.

Dommages causés par l'ozone (*Ozone injury*)

L'ozone est un puissant oxydant qui existe en petites quantités dans l'air que nous respirons mais qui peut être produit en quantités importantes par l'action de la lumière sur les hydrocarbones et l'oxyde d'azote formés par la combustion incomplète des carburants dans les moteurs à explosion. Il est aussi formé lors des orages électriques. La concentration de l'ozone dans l'air peut alors augmenter suffisamment pour causer des dommages à l'oignon qui est considéré comme une plante sensible à ce polluant.

Les dommages se produisent d'habitude lors de certaines journées polluées du milieu de l'été, chaudes, brumeuses, humides et calmes. Les symptômes apparaissent cependant de 1 à 3 jours après sur les feuilles bien développées sous forme de mouchetures ou de petites taches translucides qui deviennent blanchâtres (fig. 22). Ces taches sont déprimées, de forme et de grandeur irrégulières; lorsqu'elles sont nombreuses, elles se rejoignent pour former des plages de tissus blancs souvent suivies d'un dépérissement graduel de la pointe des feuilles. En général, les nouvelles feuilles et les plus âgées sont résistantes. Les dommages sont plus visibles sur le côté de la feuille exposé directement au soleil. L'absence de halo pâle autour des taches permet de distinguer les dommages causés par l'ozone de ceux causés par les *Botrytis*. Les tissus atteints par l'ozone sont plus sensibles à une attaque subséquente des *Botrytis* qui causent la brûlure de la feuille. Les deux types de symptômes peuvent apparaître simultanément sur les feuilles.

Moyens de lutte

Il n'y a actuellement aucun moyen de lutte contre ce problème de pollution.

Dommages causés par les herbicides (*Herbicide injury*)

Un mauvais emploi des herbicides peut engendrer des dommages passagers ou permanents aux oignons. Des dommages peuvent en effet survenir lorsqu'on emploie des herbicides à une dose excessive ou qu'on applique les herbicides à un stade mal choisi de la croissance de l'oignon. Avec les herbicides de contact, on remarque des brûlures, des taches nécrotiques (fig. 23*a*) et un dessèchement de la pointe des feuilles. Par contre, avec les herbicides de translocation, les oignons peuvent jaunir ou les feuilles s'enrouler (fig. 23*b*). En général, les plantes récupèrent et les symptômes disparaissent avec le temps. Cependant, si la dose employée est trop élevée, les dommages seront irréversibles. On pourra aussi observer des dommages si un herbicide à effet résiduel auquel l'oignon est sensible a été appliqué sur une culture l'année qui précède la culture de l'oignon.

Moyens de lutte

- Suivre les recommandations quant à l'emploi des herbicides pour l'oignon afin d'éviter les dommages.
- Il est important de bien connaître les herbicides utilisés dans les cultures qui précèdent la culture de l'oignon.

Dommages causés par les thrips (*Thrips injury*)

Les thrips sont de minuscules insectes de forme presque linéaire et de couleur jaune à brun pâle. On les rencontre en grand nombre à la base des feuilles d'oignon lorsque l'été est chaud et sec. Ils causent des dommages aux feuilles en râpant l'épiderme pour sucer la sève de la plante. Les dégâts sont toujours faits dans le sens des nervures des feuilles. Ils se caractérisent par de minuscules taches d'abord vert foncé (l'épiderme est râpé) qui deviennent blanches ou argentées par la suite (fig. 24). Ces blessures, lorsqu'elles sont nombreuses, prennent la forme de stries longitudinales argentées sur les feuilles.

Il est très difficile de voir les thrips à l'œil nu sur le feuillage. Ceux-ci se développent très rapidement lorsqu'il fait chaud et sec. Des populations élevées de thrips peuvent parfois provoquer un dessèchement des jeunes feuilles. La pluie et un temps frais retardent le développement des populations.

Moyens de lutte

- Utiliser un insecticide recommandé contre cet insecte. Les insecticides employés en traitement de surface contre la mouche de l'oignon sont également efficaces pour combattre le thrips.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement les personnes suivantes qui ont gracieusement fourni des photographies pour la publication: P.W. Johnson, Ph.D., Agriculture Canada, station de recherches à Vineland Station (Ont.), fig. 16*b*; R.T. Wukasch et G. Hofstra, Ph.D., Département de biologie de l'environnement, Université de Guelph, Guelph (Ont.), fig. 22 et 23*a*.

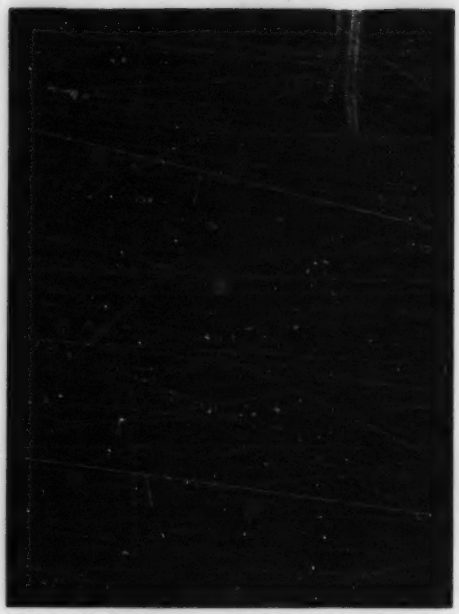


FIG. 1 Tache pourpre: taches allongées, déprimées, blanchâtres; centre de couleur pourpre et fructifications noires du champignon.

FIG. 2 Pourriture du col: tissus infectés brunâtres et ramollissement au niveau du col.

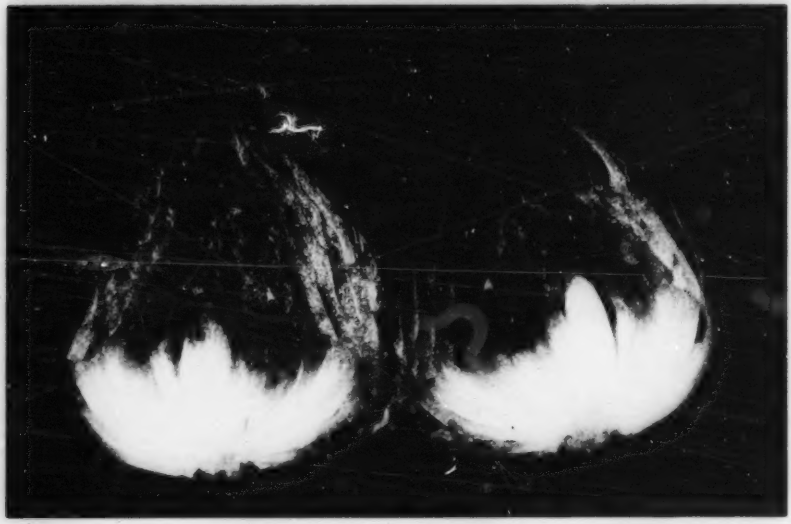


FIG. 3 Pourriture du col: moisissure grisâtre et sclérotes noirs sur les tuniques externes.

FIG. 4 Moisissure grise: feutrage mycélien gris à la surface du bulbe.

FIG. 5 Brûlure de la feuille: tache ovale blanchâtre à jaunâtre entourée d'un halo argenté.
FIG. 6 Brûlure de la feuille: nombreuses petites taches blanchâtres, superficielles, et dépérissement de la pointe des feuilles.

FIG. 7 Anthracnose: petites taches foncées superficielles en anneaux concentriques.

FIG. 8 Pourriture basale fusarienne: pourriture ferme, de couleur brun rosé et recouverte de mycélium blanchâtre.

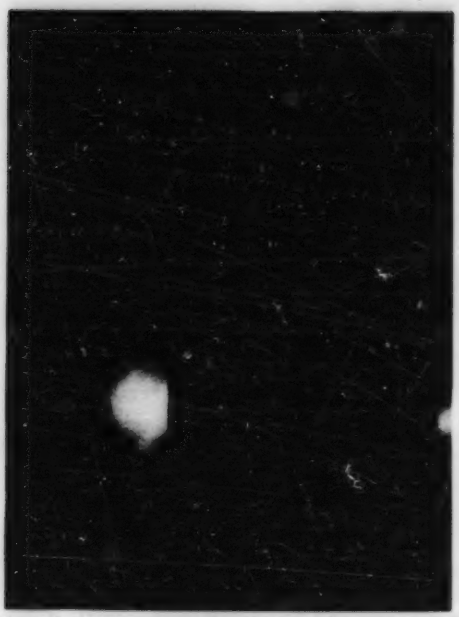


FIG. 9 Mildiou: plage allongée vert pâle recouverte d'un duvet mycélien gris violacé.

FIG. 10 Racine rose: réduction du système radiculaire. Noter les racines de couleur rose, pourpre puis brune à noire.

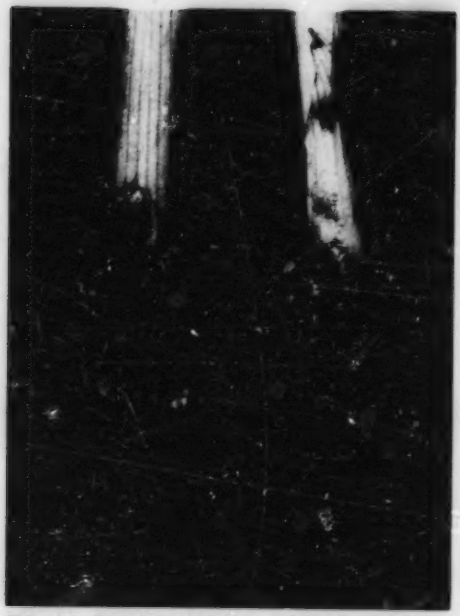
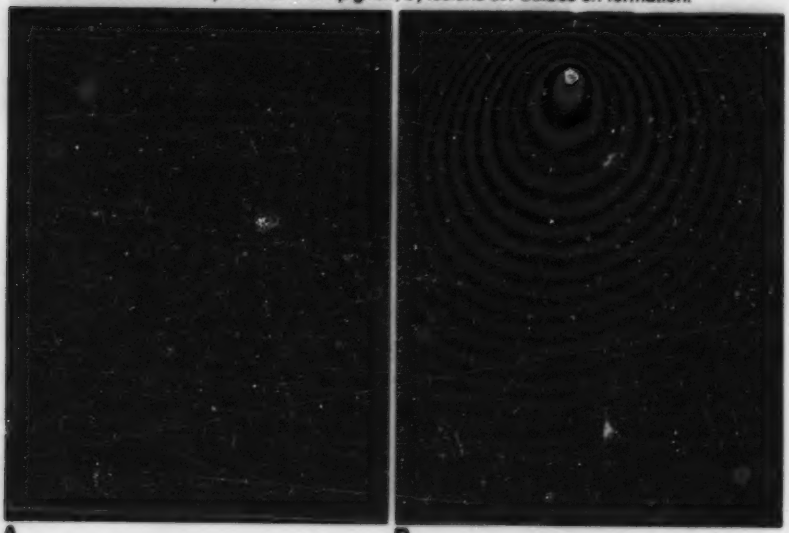


FIG. 11 Pourriture blanche: pourriture molle sous un feutrage mycélien blanc qui est recouvert de nombreux petits sclérotes noirs.

FIG. 12 Charbon: *a*) sur cotylédons et jeunes feuilles, lésions longitudinales, vésiculeuses noirâtres contenant les spores du champignon; *b*) lésions sur bulbes en formation.



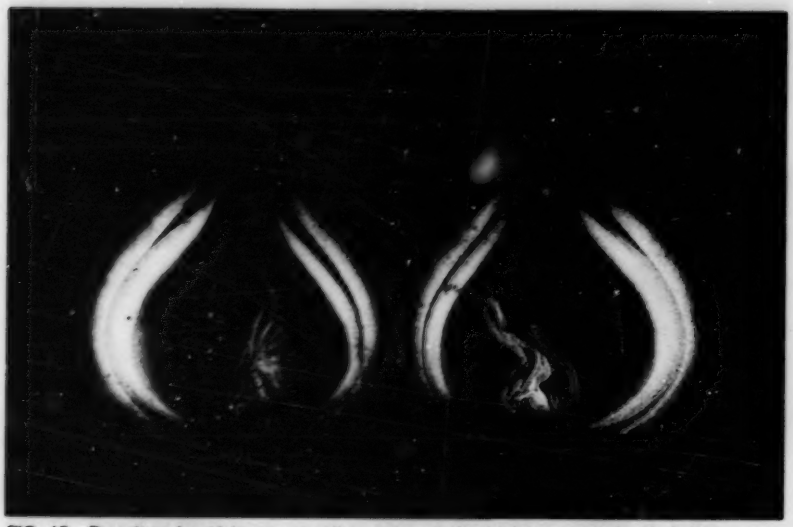


FIG. 13 Pourriture bactérienne: pourriture aqueuse des tuniques centrales du bulbe.

FIG. 14 Pourriture bactérienne: pourriture des tuniques externes du bulbe. Les tissus atteints ne sont pas aqueux.

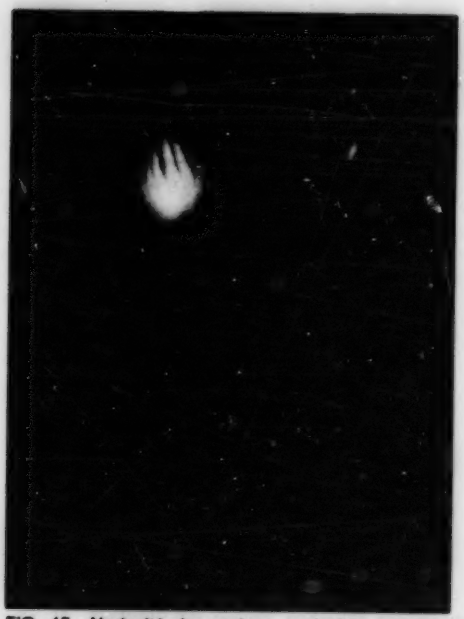
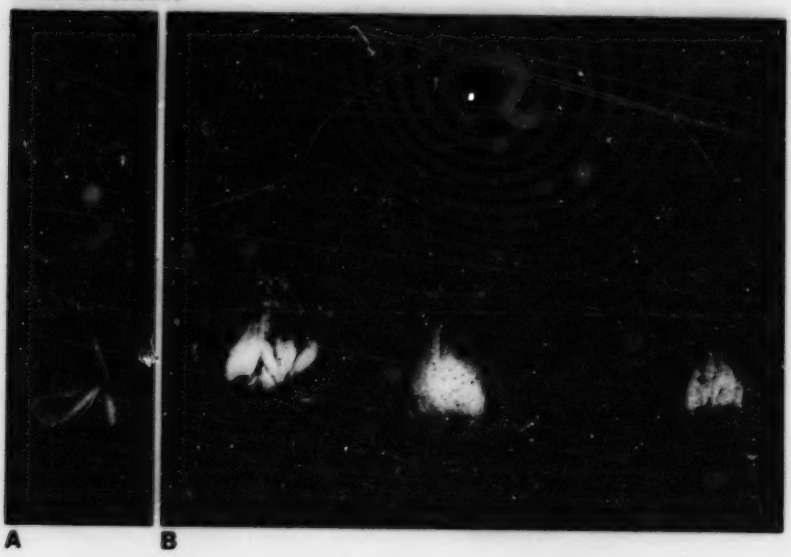


FIG. 15 Nodosité des racines: nodosités accompagnées d'une prolifération anormale de radicelles. Bulbe infecté plus petit.

FIG. 16 Enflure: *a)* renflement à la base de l'oignon et feuilles recourbées et déformées; *b)* éclatement du bulbe.



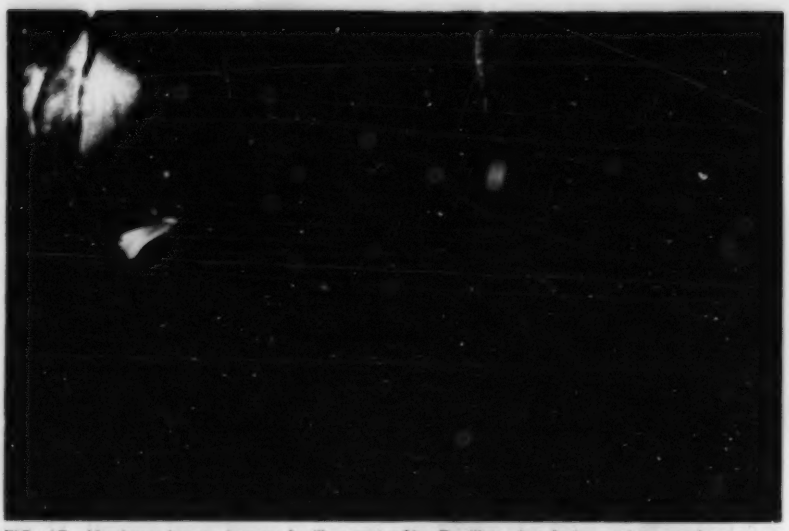


FIG. 17 Nanisme jaune: jeunes feuilles vert pâle. Feuilles plus âgées qui se gaufrent et se replient vers le sol.

FIG. 18 Jaunisse: jaunissement à la base des plus jeunes feuilles. Feuilles plus âgées aplaties et marquées de stries pâles. Elles ne s'enroulent pas.

FIG. 19 Insolation: lésions et étranglement au niveau du col.

FIG. 20 Tuniques translucides: seconde tunique charnue, aqueuse, brun pâle à grisâtre.

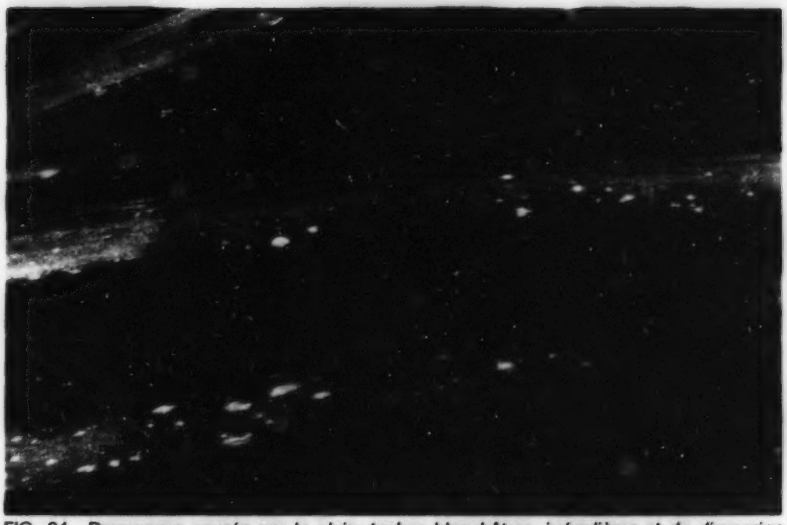
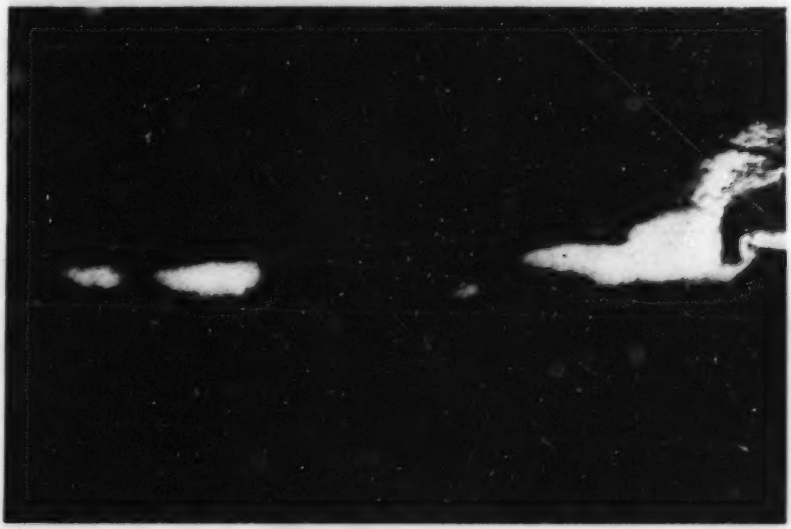


FIG. 21 Dommages causés par la pluie: taches blanchâtres, irrégulières et de dimension variable.

FIG. 22 Dommages causés par l'ozone: nombreuses petites taches translucides formant des plages blanchâtres, et dépérissement de la pointe de la feuille.



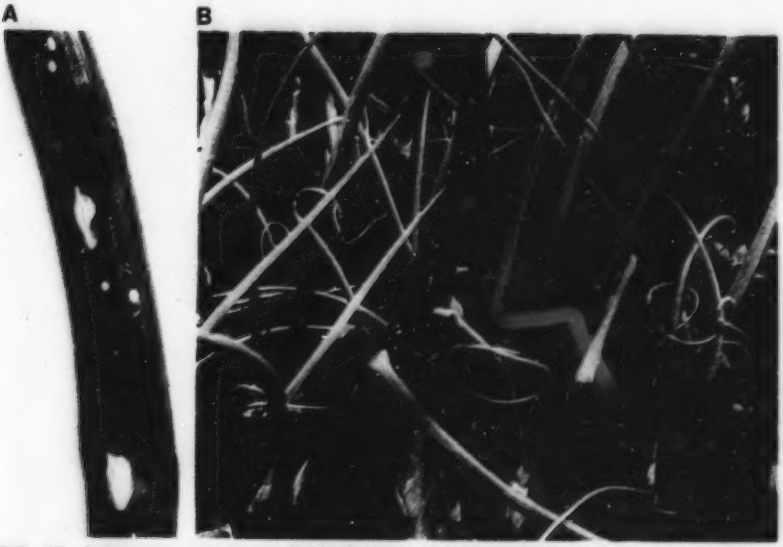


FIG. 23 Dommages causés par les herbicides: *a*) taches nécrotiques déprimées dues au niclofen; *b*) jaunissement et enroulement des feuilles dus à un herbicide de translocation.

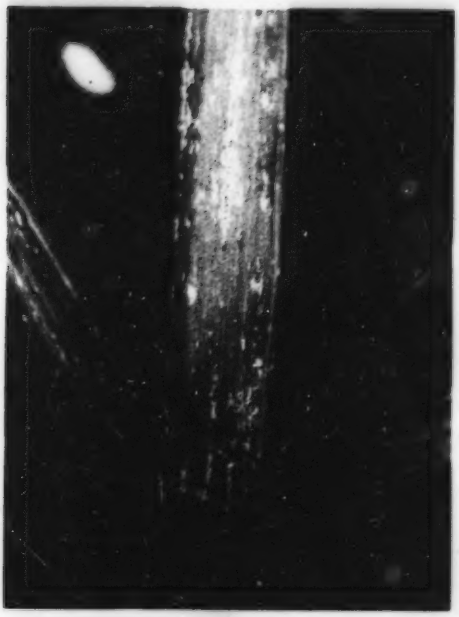



FIG. 24 Dommages causés par les thrips: minuscules taches vert foncé qui deviennent blanchâtres, argentées. Observer quelques thrips alignés le long de la nervure médiane de la feuille centrale.